

SEMICONDUCTOR WAFER HEATING DEVICE

Patent Number: JP4098784

Publication date: 1992-03-31

Inventor(s): YAMADA NAOHITO

Applicant(s):: NGK INSULATORS LTD

Requested Patent: JP4098784

Application Number: JP19900213675 19900814

Priority Number(s):

IPC Classification: H05B3/20 ; C23C16/46 ; C23F4/00 ; H01L21/027 ; H01L21/205 ; H01L21/302

EC Classification:

Equivalents: JP1972641C, JP6105634B

Abstract

PURPOSE: To prevent the contamination of a semiconductor wafer, and the degradation in heat efficiency, and to maintain the optimal temperature of a wafer heating surface by forming a disc base out of fine ceramics, and by providing the wafer heating surface.

CONSTITUTION: A resistance body 2 is buried in an inorganic base 1 of a disc-shaped heating device 4 in a spiral form, and power is supplied from the outside through the center 0 thereof and a cable 5 of its end part C, and the device 4 is heated thereby. For the inorganic base 1, ceramics of high intensity at a high temperature, is used. A hole 22 for connection, is provided on the boundary circumference of a circular heating region 3 to a wafer heating surface 10, while a thermopile 21 for temperature measurement, is connected to the hole 22, and the inside of the hole 22 is defined as a temperature detection part B for measurement. A hole 12 for connection, is provided at the point approximately $l/sq. rt. 2$ times as long as a diameter (r) from the center 0 of the region 3 to the surface 10, while a thermopile 11 for temperature control, is connected to the hole 12, inside of which is defined as a temperature detection part A for control. The heating amount of a resistance heating body 2a buried in a certain area on the inside of the region 3, is determined as almost the same, while the heating amount of a unit area of a resistance heating body 2b is defined as the same, even on the outside of the region 3.

Data supplied from the esp@cenet database - I2

⑪ 公開特許公報 (A)

平4-98784

⑫ Int.Cl.

H 05 B 3/20
 C 23 C 16/46
 C 23 F 4/00
 H 01 L 21/027
 21/205
 21/302

識別記号

3 5 6

庁内整理番号

A

7103-3K
 8722-4K
 7179-4K

B

7739-4M
 7353-4M
 7352-4M

⑬ 公開 平成4年(1992)3月31日

H 01 L 21/30 3 6 1 H
 審査請求 未請求 請求項の数 3 (全7頁)

⑭ 発明の名称 半導体ウェハー加熱装置

⑮ 特 願 平2-213675

⑯ 出 願 平2(1990)8月14日

⑰ 発明者 山田直仁 愛知県豊田市野見山町1丁目45番地

⑱ 出願人 日本碍子株式会社 愛知県名古屋市瑞穂区須田町2番56号

⑲ 代理人 弁理士 杉村暁秀 外5名

明細書

1. 発明の名称 半導体ウェハー加熱装置

2. 特許請求の範囲

1. 一定円形領域を加熱するための緻密質セラミックスからなる円盤状基体の内部に抵抗発熱体を埋設した構造の半導体ウェハー加熱装置であって、円形加熱領域内において一定面積当たりに埋設された前記抵抗発熱体の発熱量がほぼ一定となるように構成し、かつ、ウェハー加熱面に対して垂直の投影図でみて、前記円形加熱領域の中心からこの円形加熱領域の半径のほぼ $(1/\sqrt{2})$ 倍離れた位置に温度制御用温度検出部を設置した、半導体ウェハー加熱装置。

2. ウェハー加熱面に対して垂直の投影図でみて、前記円形加熱領域の中心又は前記円形加熱領域の境界円周上に、温度測定用温度検出部を設置した、請求項1記載の半導体ウェハー加熱装置。

3. 温度制御用温度検出部及び温度測定用温度

検出部の温度検出点をそれぞれ前記ウェハー加熱面より 2 mm 以下離れた位置に設置した、請求項2記載の半導体ウェハー加熱装置。

3. 発明の詳細な説明

(産業上の利用分野)

本発明は、プラズマCVD、減圧CVD、プラズマエッティング、光エッティング装置等に使用される半導体ウェハー加熱装置に関するものである。

(従来の技術及びその問題点)

スーパークリーン状態を必要とする半導体製造用装置では、デポジション用ガス、エッティング用ガス、クリーニング用ガスとして塩素系ガス、弗素系ガス等の腐食性ガスが使用されている。このため、ウェハーをこれらの腐食性ガスに接触させた状態で加熱するための加熱装置として、抵抗発熱体の表面をステンレススチール、インコネル等の金属により被覆した従来のヒーターを使用すると、これらのガスの曝露によって、塩化物、酸化物、弗化物等の粒径数 μm の、好ましくないパーティクルが発生する。

そこでデポジション用ガス等に曝露される容器の外側に赤外線ランプを設置し、容器外壁に赤外線透過窓を設け、グラファイト等の耐食性良好な材質からなる被加熱体に赤外線を放射し、被加熱体の上面に置かれたウエハーを加熱する、間接加熱方式のウエハー加熱装置が開発されている。ところがこの方式のものは、直接加熱式のものに比較して熱損失が大きいこと、温度上昇に時間がかかること、赤外線透過窓へのCVD膜の付着により赤外線の透過が次第に妨げられ、赤外線透過窓で熱吸収が生じて窓が加熱すること等の問題があった。

(発明に至る経過)

上記の問題を解決するため、本発明者等は、新たに円盤状の緻密質セラミックス内に抵抗発熱体を埋設し、このセラミックスヒーターをグラファイトのケースに保持した加熱装置について検討した。その結果この加熱装置は、上述のような問題点を一掃した極めて優れた装置であることが判明した。

たりしても、ウエハー加熱面の温度を最適値に保持できるような半導体ウエハー加熱装置を提供することである。

(課題を解決するための手段)

本発明は、一定円形領域を加熱するための緻密質セラミックスからなる円盤状基体の内部に抵抗発熱体を埋設した構造の半導体ウエハー加熱装置であって、円形加熱領域内において一定面積当たりに埋設された前記抵抗発熱体の発熱量がほぼ一定となるように構成し、かつ、ウエハー加熱面に対して垂直の投影図でみて、前記円形加熱領域の中心からこの円形加熱領域の半径の $(1/\sqrt{2})$ 倍離れた位置に温度制御用温度検出部を設置した、半導体ウエハー加熱装置に係るものである。

加熱する一定円形加熱領域は例えばウエハーの設置領域かまたは、その一部が適宜選ばれる。

抵抗発熱体としては、線材、薄いシート状のもの及びある程度の断面積を有する棒状のものを使用できる。

「円形加熱領域の中心からこの円形加熱領域の

しかし、こうした円盤状セラミックスヒーターの温度制御において新たな問題が生じた。

即ち、円盤状セラミックスヒーターを例えばCVD装置に取り付ける場合、熱電対でヒーター温度を測定し、この測定値によって抵抗発熱体の発熱量を制御し、これによりウエハー加熱面の温度を所定の値に保持する必要がある。例えば、半導体ウエハーにCVD法による膜堆積を行う場合など、気相化学反応によって膜堆積を行うので、設定温度が最適値から外れると膜の堆積速度に重大な影響を与えるのである。しかし、一旦ウエハー加熱面の温度を最適値に設定しても、円盤状セラミックスヒーターやグラファイトのケースを取り換えたり、ヒーターを長期間使用すると、ウエハー加熱面の温度が最適値から外れてくることがあった。

(発明が解決しようとする課題)

本発明の課題は、半導体ウエハーの汚染や熱効率の悪化といった問題を生じず、しかも円盤状セラミックスヒーターを長期間使用したり、交換し

半径のほぼ $(1/\sqrt{2})$ 倍離れた位置に温度制御用温度検出部を設置する」とは、温度検出部の中心が厳密に $(1/\sqrt{2})$ 倍離れた位置に一致する必要はない、製造上の誤差等を許容する意である。

(実施例)

第2図は、半導体製造用熱CVD装置に本実施例の加熱装置4を取り付けた状態を示す断面図、第1図はこの加熱装置4を半導体ウエハー加熱面10側から見た平面図である。

第2図において、7は半導体製造用熱CVDに使用されるチャンバー、4はその内部に取付けられたウエハー加熱用の円盤状加熱装置であり、ウエハー加熱面10の大きさは例えば4~8インチとしてウエハーWと同径かまたはそれ以上の設置可能なサイズとしておく。

チャンバー7の内部には熱CVD用のガスが供給され、吸引孔から真空ポンプにより内部の雰囲気が排出される。

円盤状加熱装置4は窒化珪素のような緻密でガスタイトな無機質基体1の内部にタンクステン系

等の抵抗体2をスパイラル状に埋設したもので、その中心Oおよび端部Cのケーブル5を介して外部から電力が供給され、円盤状加熱装置4を例えば1100°C程度まで加熱することができる。6はフランジであり、図示しないOリングによりチャンバー7の側壁との間でシールされ、チャンバー7の天井面が構成されている。

無機質基体1の材質はデポジション用ガスの吸着を防止するために緻密体である必要があり、吸水率が0.01%以下の材質が好ましい。また機械的応力は加わらないものの、常温から1100°Cまでの加熱と冷却に耐えることのできる耐熱衝撃性が求められる。これらの点から高温における強度の高いセラミックスである窒化珪素焼結体、サイアロン等を用いることが好ましい。さらに、基体1は、ホットプレスまたはH.I.P注により焼成することが緻密体を得る上で有効である。

また、半導体製造装置においてはアルカリ土類金属の侵入を防ぐ必要があり、基体1の焼結助剤としてはマグネシウム等のアルカリ土類金属は使

用しないことが好ましく、イットリア、アルミナ、イッタルビウム系が好ましい。

基体1内部に埋設される抵抗発熱体2としては、高融点であり、しかも窒化珪素との密着性に優れたタンクステン、モリブデン、白金等を使用することが適当である。抵抗発熱体としては、線材、薄いシート状等の形態のものが用いられる。

ウエハー加熱面10は平滑面とすることが好ましく、特にウエハー加熱面10にウエハーWが直接セットされる場合には、平面度を500 μm 以下としてウエハーWの裏面へのデポジション用ガスの侵入を防止する必要がある。

加熱装置4の背面20側には、二個の接合用孔12、22を設ける。即ち、ウエハー加熱面10に対して垂直の投影図でみて、半導体ウエハー加熱用の円形加熱領域3の境界円周上に接合用孔22を設け、この接合用孔22に温度測定用熱電対21を接合し、この接合用孔22内を温度測定用温度検出部Bとする。

また、ウエハー加熱面10に対して垂直の投影図でみて、円形加熱領域3の中心Oからこの円形加

熱領域の半径rのほぼ $1/\sqrt{2}$ 倍離れた位置に、接合用孔12を設け、この接合用孔12に温度制御用熱電対11を接合し、この接合用孔12内を温度制御用温度検出部Aとする。

本実施例では更に、円形加熱領域3の内側において一定面積当たりに埋設された抵抗発熱体2aの発熱量がほぼ一定となるように構成すると共に、円形加熱領域3の外側においても抵抗発熱体2bの単位面積当たりの発熱量を一定とした。

本実施例の加熱装置によれば、以下の効果を奏しうる。

- (1) 細密質セラミックスからなる円盤状基体1の内部に抵抗発熱体2を埋設するので、半導体装置内を汚染する等のおそれがない。また、円盤状基体1にウエハー加熱面10を設けるので、間接加熱方式の場合のような熱効率の悪化は生じない。
- (2) 抵抗発熱体2を埋設した円盤状基体1を真空中または希薄気体中で使用するとき、円盤状基体1の表面、裏面、及び側面からの熱放射、熱

伝導、または基体1を支持するための治具への熱伝導によって熱が放散する。このうち、側面からの熱の放散は、円盤状基体1の中心Oから側面に向かって温度が下がる原因となり、ウエハー加熱面10の均熱化を妨げる。

そして、本発明者は、本発明に至る過程においては、温度制御用熱電対11を背面20側の適当な位置に接合し、熱電対11の指示する温度を確認しつつ気相堆積反応が最も良好に進行する所で抵抗発熱体2の発熱量を固定し、このとき熱電対11の指示する温度を設定温度としたわけである。

しかしここで、熱電対11を例えば中心Oの位置に接合したとする。例えばこのときの設定温度が600 °Cであったとしても、前述のように円盤状基体1の中心Oからその側周面へと向って温度勾配があるため、ウエハー加熱面10における実際の平均温度が596 °Cであり、中心Oでの温度が600 °Cであり、円形加熱領域3の境界円周上での温度が592 °Cとなることがある。従っ

て、この600 °Cという設定温度は、ウエハー加熱面10における真の平均値を示すものではなく、実際の平均温度と4 °Cの誤差を示すことになる。

そればかりではなく、加熱装置4を交換したり、長期間使用したり、治具を取り換えたり、チャンバー7の状態が変ったりすると、ウエハー加熱面10における温度勾配が変化しうる。即ち、例えばウエハー加熱面10における平均温度が585 °C、中心Oでの温度が600 °C、円形加熱領域3の境界円周上での温度が570 °Cとなると、ウエハー加熱面での温度は596 ± 4 °Cから585 ± 15 °Cへと変化するわけである。しかし、熱電対11は中心Oの位置に接合されているのであるから、熱電対11の指示温度は600 °Cのままで変化しないために、実際の平均温度との誤差が4 °Cから15 °Cへと拡大し、気相堆積反応に大きく影響しうる。

本発明者はこうした新たな認識に基づき、一層検討を進めた結果、ウエハー加熱面10における熱分布に着目し、本発明に到達した。

即ち、円形加熱領域3内での抵抗発熱体2aの発熱量が均一であるので、熱伝導の原理から、第3図に示すように、ウエハー加熱面10の各位置の温度は、円形加熱領域3の中心Oからの距離の二乗に比例していた。円形加熱領域3の面積はその半径をrとすると πr^2 なので、温度の面積平均は面積が $\pi r^2/2$ となる円周上の温度、即ち中心Oからの距離が $1/\sqrt{2} \cdot r$ である位置の温度 T_0 である。更に、中心Oの温度を T_1 、円形加熱領域3の境界円周上での温度を T_2 とすると、 T_0 は T_1 と T_2 の中央値となっている。

従って、本実施例におけるように、ウエハー加熱面10に対して垂直の投影図でみて、円形加熱領域3の中心Oからほぼ $(1/\sqrt{2})r$ の位置に温度制御用温度検出部Aを設置することで、熱電対11の検出温度は、円形加熱領域3内の温度の面積平均値を示すようになる。従って、例えば前述のような原因からウエハー加熱面10の温度分布がかなり変化しても、設定温度から大きく外れるようなことはなく、全体として常に一

定の加熱温度を確保できる。

(3) ウエハー加熱面10に対して垂直の投影図でみて、円形加熱領域3の境界円周上に温度測定用検出部Bを設置しているので、温度測定用熱電対21の検出温度が円形加熱領域3内の最低温度 T_2 を示し、かつ $T_0 - T_2 = 4T$ が面積平均温度 T_0 との偏差を示す。従って、円形加熱領域3内の温度は $T_0 \pm 4T$ で表わすことができ、円形加熱領域3内の均熱性を一眼でチェックできる。従って、加熱装置4の不良発見、点検、保守に極めて有利である。

なお、温度測定用温度検出部Bを中心Oの位置に設けることもでき、この場合は、熱電対21によって円形加熱領域3内の最高温度 T_1 を知ることができ、また、やはり面積平均温度 T_0 との偏差を知ることができる。

(4) 温度検出部A、Bの温度検出点(熱電対11、21の熱接点)とウエハー加熱面10との距離が大きくなると、ウエハー加熱面10との温度誤差が大きくなるが、例えば、塗化珪素セラミックス

製の基体であれば、上記の距離が2mm以内であれば、温度誤差は1 °C以内に収まる。

本実施例では、更に、抵抗発熱体2のうち、ウエハー加熱面10に対して垂直の投影図でみて、ウエハー加熱領域3の外側に配置された部分2bの単位面積当たりの発熱量を、この内側に配置された部分2aの単位面積当たりの発熱量よりも大きくする方が好ましく、これにより、仮に円盤状基体1の側面方向への熱放散量が大きくとも、これによる熱損失を補填することができるので、均熱化の効果は更に大きい。

部分2bの単位面積当たりの発熱量を部分2aの単位面積当たりの発熱量よりも大きくするためには、部分2bでの抵抗発熱体の巻き数を多くしたり、第4図に示す加熱装置14のように渦巻状の発熱体の埋設ビッテを小さくしたり、低抵抗の材質を使用して比抵抗を上げたり、断面積を小さくして比抵抗を上げたり、部分2bのみ印加電圧を大きくする等の方法がある。

そして、円形加熱領域3よりも外側の部分2bで

の発熱量があまり大きくなれば、円形加熱領域3内の温度勾配は第3図に示すように右下がりのグラフとなるが、部分2bでの発熱量を大きくすると、第3図に示す直線は右上がりとなる。むろん、この場合も、前述の作用効果を奏しうる。

第2図の例ではウエハー加熱面10を上向きにしたが、ウエハー加熱面10を下向きにし、ウエハーWをピンにより下方から支持してもよい。

本発明は、プラズマエッチング装置、光エッチング装置等における半導体ウエハー加熱装置に対しても適用可能である。

イットリア+アルミナ系の焼結助剤を含む窒化珪素原料からなる円盤状基体1の内部に、タンクステン製の抵抗発熱体2を埋め込んだ加熱装置4を作製した(第1図、第2図)。円盤状基体1は厚さ15mm、直径180mmで、ウエハー設置用円形加熱領域3は6インチ用を目的とし、直径150mmの範囲である。タンクステン線は線径0.4mmのもので、これを直径が4mmの螺旋状に巻いたものである。そのリードを構成するワイヤ端子としては直

径150mmの範囲の温度分布を測定した。中心Oを通る直線上の温度を、中心からの距離の二乗との関係で第5図に示した。最高温度T₁は1120°C、最低温度T₂は1080°Cであった。平均温度T₀は制御温度1100°Cと一致し、最外周の測定温度T₃ 1080°Cとの差によって、本実施例のウエハー加熱用円形加熱領域3の温度は1100°C±20°Cであることが保証された。

尚、本実施例は円盤状基体がウエハーよりも大きい場合について示されているが、円形加熱領域内において一定面積当たりに埋設された抵抗発熱体の発熱量が一定となるよう構成されれば円盤状基体がウエハーと同径であっても本発明が適用できる。

(発明の効果)

本発明に係る半導体ウエハー加熱装置によれば、円盤状基体が緻密セラミックスからなるので金属ヒーターの場合のような汚染を防止でき、またこの円盤状基体がウエハー加熱面を有しているので、間接加熱方式の場合のような熱効率の悪化は生じ

径2mmのタンクステン線を使用した。このような抵抗発熱体を第1図のように一定間隔の渦巻状に埋設した。

ヒーター電源は外周側のワイヤ端子をアースする一方、中心側のワイヤ端子に電圧を加え、さらに低電圧とし真空中での放電を防止する形式とし、サイリスタによる電源コントロールを行う方式とした。温度制御用熱電対11を中心Oから53mmの位置に加熱装置背面20より設けた接合用孔12に差込んだ。中心Oから53mmというのは、ウエハー用円形加熱領域3の半径75mmのほぼ(1/√2)倍である。さらに、温度測定のために、ウエハー用円形加熱領域3の境界円周上の位置にも温度測定用熱電対21を設置した。熱電対11、21の熱接点と加熱面10との距離は1mmとした。

このような加熱装置4を第2図のようにチャンバー7に取り付け、真空中で加熱テストをおこなった。

加熱テストでは1100°Cまで加熱し、赤外線放射温度計でウエハー用円形加熱領域3である直

明細書の添付(内容に変更なし)

ない。

そして、円形加熱領域において一定面積当たりに埋設された抵抗発熱体の発熱量が一定となるよう構成し、かつ、ウエハー加熱面に対して垂直の投影図でみて、円形加熱領域の中心からこの円形加熱領域の半径のほぼ(1/√2)倍離れた位置に温度制御用温度検出部を設置したので、この温度検出部により検出した温度は、円形加熱領域内の温度の面積平均値を示すようになる。従って、種々の原因からウエハー加熱面の温度分布がかなり変化しても、最初に設定した最適の設定温度からウエハー加熱面の面積平均温度が大きく外れないような温度制御が可能であり、全体として一定の放熱量を確保でき、半導体製造条件への悪影響を防止できる。従って、本発明は、半導体製造装置全般に亘って極めて有益なものである。

4. 図面の簡単な説明

第1図は半導体ウエハー加熱装置の平面図、

第2図は加熱装置をチャンバーに取り付けた状態を示す断面図、

第3図はウェハー加熱面での熱勾配を原理的に示すグラフ、

第4図は他の半導体ウェハー加熱装置を示す平面図、

第5図は6インチ半導体ウェハーの加熱に本発明の加熱装置を適用した場合における、ウェハー加熱面での熱勾配を示すグラフである。

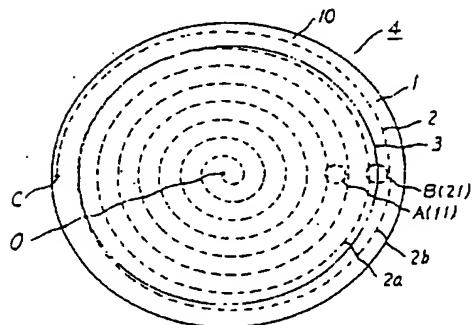
- 1…円盤状基体
- 2…抵抗発熱体
- 2a…抵抗発熱体のうちウェハー加熱領域の内側の部分
- 2b…抵抗発熱体のうちウェハー加熱領域の外側の部分
- 3…ウェハー加熱用円形加熱領域
- 4, 14…半導体ウェハー加熱装置
- 7…チャンバー
- 10…ウェハー加熱面
- 11…温度制御用熱電対
- 12, 22…接合用孔
- 21…温度測定用熱電対
- A…温度制御用温度検出部
- B…温度測定用温度検出部

O…円形加熱領域の中心
W…半導体ウェハー

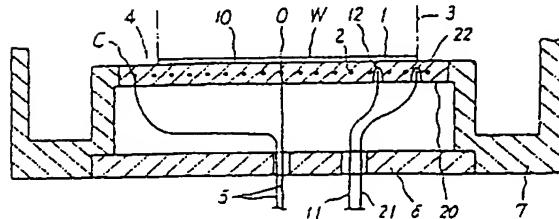
特許出願人 日本碍子株式会社

代理人	弁理士	杉	村	暁	秀
同	弁理士	杉	村	興	作
同	弁理士	佐	藤	英	徳
同	弁理士	富	田		典
同	弁理士	梅	本	政	夫
同	弁理士	仁	平		季

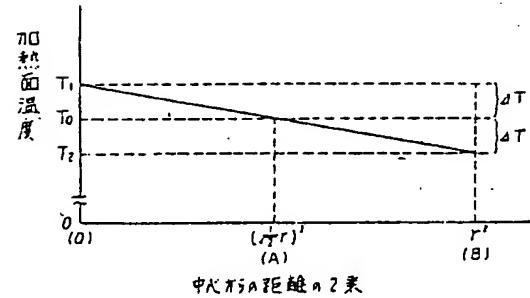
第1図



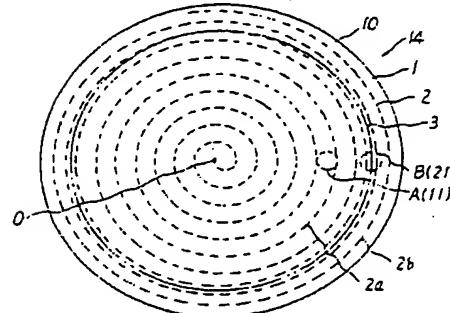
第2図



第3図



第4図



手 続 補 正 書 (方式)

平成 2 年 12 月 6 日

特許庁長官 植 松 勝 譲

1. 事件の表示

平成 2 年 特 許 第 213675 号

2. 発明の名称

半導体ウエハー 加熱装置

3. 補正をする者

事件との関係 特許出願人

(406) 日本碍子株式会社

4. 代理人

住所 東京都千代田区霞が関三丁目2番4号
霞山ビルディング7階 電話(581)2241番(代表)

氏名 (5925) 井理士 杉村 晴秀

住所 同所

氏名 (7205) 井理士 杉村 興作

5. 補正命令の日付

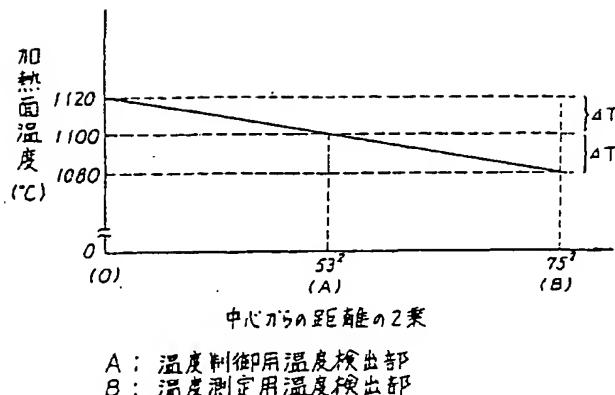
平成 2 年 11 月 27 日 方式(関) 番号

6. 補正の対象

明細書

7. 補正の内容(別紙の通り)

明細書第18頁の添書(内容に変更なし)



手 続 補 正 書

平成 3 年 9 月 5 日

特許庁長官 深沢 亘 殿

1. 事件の表示

平成 2 年 特 許 第 213675 号

2. 発明の名称

半導体ウエハー 加熱装置

3. 補正をする者

事件との関係 特許出願人

(406) 日本碍子株式会社

4. 代理人

住所 東京都千代田区霞が関三丁目2番4号
霞山ビルディング7階 電話(581)2241番(代表)

氏名 (5925) 井理士 杉村 晴秀

住所 同所

氏名 (7205) 井理士 杉村 興作

5. 補正の対象

明細書の「発明の詳細な説明」の欄

6. 補正の内容(別紙のとおり)

3. 9. 5

万一